

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES Y POSTGRADO

Dirección de
Investigaciones y
Postgrado

PARA APRENDER CIENCIAS HACE FALTA APRENDER A HABLAR SOBRE LAS EXPERIENCIAS Y SOBRE LAS IDEAS

Sanmarti, N. (1996). TEXTOS de Didáctica de la Lengua y de la Literatura. N° 8. Págs. 27-39. Abril

(Compilación con fines instruccionales)

Para aprender ciencias hace falta aprender a hablar sobre las experiencias y sobre las ideas

Neus Sanmartí

Departamento de Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales de la Universidad
Autónoma de Barcelona

??????

Enseñar y Aprender es básicamente un proceso de comunicación entre el alumnado y el profesorado. Los estudiantes, cuando observan un fenómeno, elaboran sus propias explicaciones que son coherentes desde su punto de vista. El profesorado, sobre el mismo fenómeno, da explicaciones que son coherentes desde el punto de la ciencia actual. Para acercar las diferentes maneras de explicar las observaciones es necesario hablar y escribir sobre las ideas, sobre las semejanzas y diferencias entre ellas, sobre las relaciones con los hechos observados, sobre las causas y los efectos, sobre las analogías que se utilizan, etc. A través de este proceso comunicativo que surge desde la diversidad, cada estudiante puede ir construyendo su nuevo modelo explicativo.

Sin embargo, el lenguaje científico es un lenguaje específico diferente del que se utiliza en situaciones cotidianas. Para hablar y escribir sobre ciencia hay que ir aprendiendo a utilizar este lenguaje para favorecer la comunicación entre los diferentes individuos. Aprender a utilizar los sustantivos, los verbos, los conectores, es aprender ciencias. Aprender a diferenciar entre describir, explicar, argumentar, es aprender ciencias.

To learn sciences it is necessary to learn to speak about experiences and ideas

Teaching and learning is basically a process of communication between students and teachers. Students, when faced with a given phenomenon, work out their own explanations, which are coherent from their point of view. On the other hand, teachers give different explanations for the same phenomenon that are coherent from the viewpoint of current science. In order to bring together the different ways of explaining observations, it is necessary to speak and write about ideas, about their similarities and differences, about relationships with observed facts, about the «causes» and «effects», about the analogies used, etc. On the basis of this communicative process arising out of diversity, students can go on building up their new explanatory model

However, scientific language is a specific language, different from the one used in everyday situations. In order to speak and write about science, it is necessary to learn how to use this language so as to facilitate communication between describing, explaining, arguing means learning science.

??????

Y como las palabras son las que conservan y transmiten las ideas, resulta que no se puede perfeccionar la lengua sin perfeccionar la ciencia, ni la ciencia sin la lengua; y por muy ciertos que fueran los hechos, por muy justas las ideas que los originaron, solamente transmitiríamos impresiones falsas si no

dispusiéramos de las expresiones exactas para nombrarlos.

Tratado elemental de Química. Lavoisier (1789)

En la celebración del bicentenario de la muerte de Lavoisier es oportuno recordar estas palabras que expresan la importancia de la relación entre la ciencia y el lenguaje. La exposición que sigue es sólo una reflexión en torno a esta relación y de sus consecuencias para la enseñanza y para el aprendizaje científico. Una reflexión hecha desde la perspectiva de la didáctica de las ciencias, más que desde la lengua, campo en el que quien escribe no es especialista.

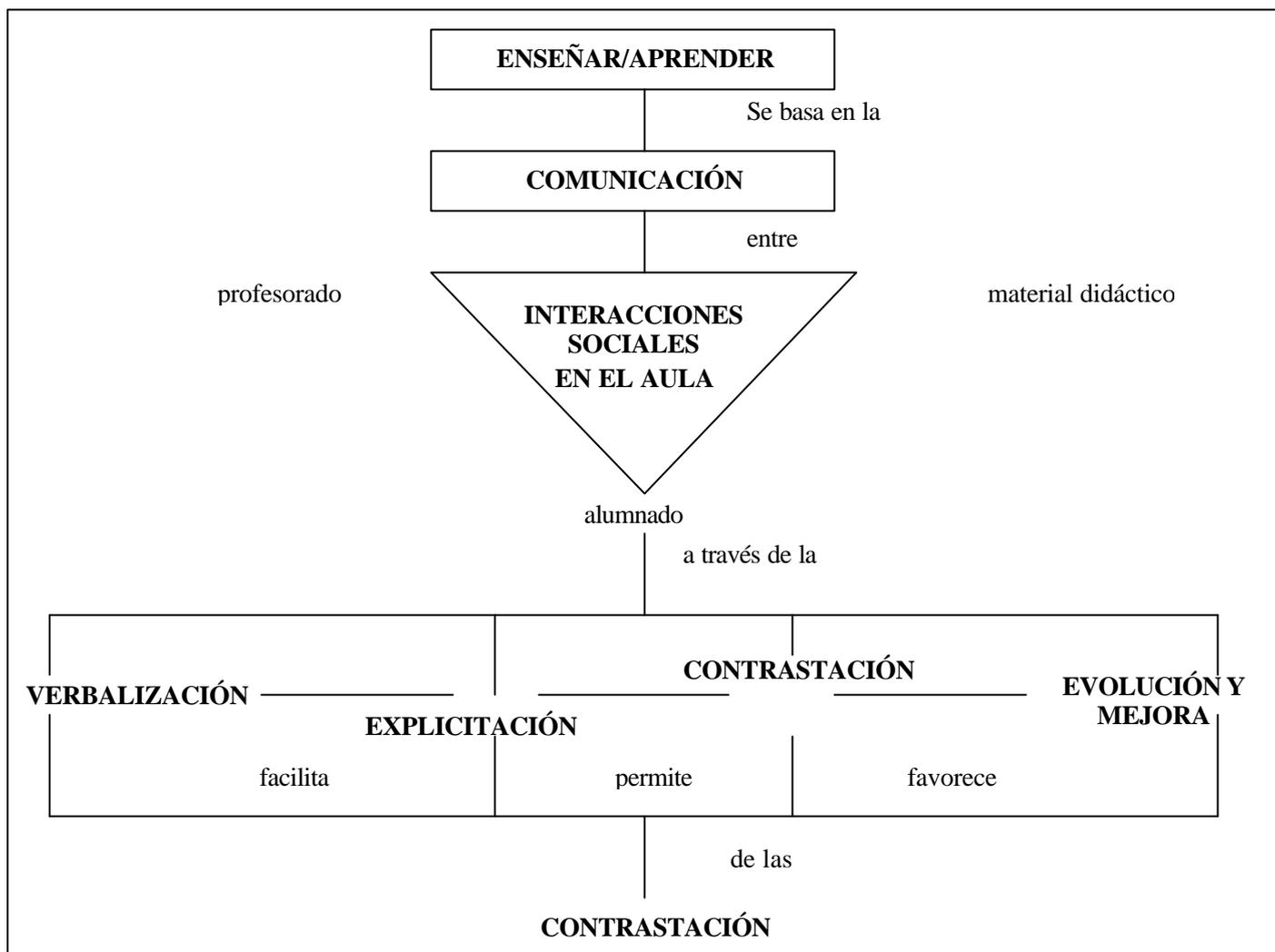
Enseñar y aprender ciencias es, básicamente, un proceso de comunicación entre el alumnado y el profesorado y entre los mismos estudiantes. Esta afirmación, aparentemente banal, implica un cambio radical en la concepción que la mayoría de los enseñantes de ciencias tienen sobre su trabajo. Es más habitual creer que se puede «saber» ciencias y no necesariamente saber comunicarlas. La expresión: «Este alumno lo sabe, pero no sabe expresarlo» es muy común.

En los últimos años, y desde posiciones vygotskianas, la tradicional separación entre pensamiento y lenguaje, entre saber y saber explicar, ha sido cuestionada. Si se entiende el aprendizaje como una adquisición de conocimientos «verdaderos» y elaborados, sólo hay que saber repetir lo que dicen los demás, y la expresión de las propias ideas o dudas no tiene ninguna funcionalidad. Pero si el aprendizaje se entiende como un largo proceso de construcción del conocimiento que la propia persona lleva a cabo hablando con los demás y con sí mismo, se podrá comprender que, para que se dé este proceso, hace falta aprender a comunicar las ideas. A partir de esta comunicación los propios pensamientos se pueden contrastar con los de los demás y evolucionar.

Cuando los estudiantes observan un fenómeno, elaboran sus propias explicaciones y éstas son coherentes desde sus puntos de vista. Sobre el mismo fenómeno el profesorado da explicaciones diferentes que, normalmente, son coherentes con el punto de vista de la ciencia actual. Para acercar las diferentes explicaciones es necesario hablar y escribir sobre las ideas, sobre las semejanzas y diferencias entre ellas, sobre las relaciones con los hechos observados, sobre las «causas» y los «efectos», sobre las analogías que se utilizan, etc. A través de este proceso comunicativo que se establece a partir de la diversidad, cada estudiante puede ir construyendo su nuevo modelo explicativo, es decir, puede aprender ciencias (figura 1).

Las ideas, las teorías, forman un entramado complejo en la mente de los individuos en que se interrelacionan conceptos, conjuntos de conceptos, experiencias, ejemplos, etc. Pero únicamente van tomando sentido cuando se habla y se escribe sobre ellos, cuando se dan nombres a cada cosa y se buscan las palabras idóneas para expresar las relaciones. Cuando Lavoisier se imaginó una manera nueva de ver los fenómenos químicos, diferente de la que planteaban los seguidores de la teoría del flogisto, sintió la necesidad de escribir un libro de texto nuevo, el *Tratado Elemental de Química*, y de inventar palabras nuevas para designar los elementos y los compuestos químicos, maneras nuevas de organizar los capítulos (por ejemplo, en la introducción justifica por qué no empieza por los capítulos que tradicionalmente todos los libros de química situaban en la primera parte), maneras nuevas de definir

Figura 1



conceptos ya utilizados (por ejemplo, precisa qué entiende por cuerpos simples, por elementos, etc.)

Si examinamos las ideas de Lavoisier en relación a los conocimientos que se tenían en el momento histórico en que escribió el *Tratado*, en muchos aspectos no resultan tan revolucionarias como se había dicho (Izquierdo, 1994). Por ejemplo, Lavoisier no era atomista, consideraba el calor como un fluido y la importancia de la medida de la masa ya la habían defendido otros antes que él. Pero fue capaz de organizar las ideas nuevas y expresarlas en un escrito, de manera que, más que de la química antes y después de Lavoisier, habría que hablar de los libros de química antes y después de Lavoisier.

A menudo se piensa que la ciencia avanza fundamentalmente a partir de la experimentación y se asocia aprender ciencias a hacer experimentos. Pero tal como dice Edwards (1992) al hablar de estudios hechos en el campo de la sociología de la ciencia:

Estos estudios analizan el trabajo en común de los científicos en los laboratorios, como hablan de su trabajo, como escriben sobre él en las publicaciones científicas, como discuten entre ellos y, en general, como construyen el conocimiento científico a través de todas estas actividades.

Se puede afirmar que aprender ciencias implica aprender a hablar y a escribir. No se puede dar un aprendizaje sin el otro. No obstante, no son aprendizajes que se puedan hacer de manera separada, desconectada. El contexto, es decir, el tema o experimento sobre el que hablamos y aprendemos está en el centro de la actividad de aprendizaje científico-lingüista. Sin este referente no se puede construir un conocimiento científico. Esto significa que aprender más lengua (sin conexión con el hecho ni con la teoría científica) no se traduce necesariamente en un mejor aprendizaje científico.

El lenguaje científico es un lenguaje específico, diferente del que se utiliza en situaciones cotidianas. Para hablar y escribir sobre ciencia hay que ir aprendiendo a utilizar este lenguaje que sólo se utiliza en el contexto científico y que es imprescindible para favorecer la comunicación entre los diferentes individuos. Pero ni los mismos científicos lo utilizan en las situaciones cotidianas. Por ejemplo, cualquier persona, sea científica o no, al llegar a casa en un día de invierno dice: «¡He cogido frío!». Si hablara científicamente debería decir: «¡He transferido energía en forma de calor al ambiente!». Se comprende que no tiene ningún sentido utilizar esta expresión en un contexto cotidiano, de la misma manera que la primera expresión no tiene ningún significado en el contexto científico.

Por tanto, uno de los primeros problemas con que nos enfrentamos como enseñantes es el de ayudar al alumnado a diferenciar los contextos y saber en cuál poder, expresar las ideas de una manera determinada y en cuál de otra. Un estudiante puede aprender a utilizar correctamente los sustantivos, los verbos y los conectores y, puede saber diferenciar entre una descripción y una argumentación, pero en el momento en que aplica sus conocimientos lingüísticos a la comunicación de ideas científicas, éstas pueden ser muy poco relevantes o significativas. En este sentido, es interesante la afirmación de Hanfling que, recogiendo las ideas de Wittgenstein, dice:

Afrontar la cuestión sobre cuál es el significado de una palabra no consiste en responderla haciendo referencia a una cierta clase de entidades con las que la palabra se corresponda, sino a considerar cómo se utiliza esta palabra. (Lloréns, 1991).

Para acabar de ilustrar estas reflexiones puede ser interesante analizar diferentes ejemplos.

•En el primero (figura 2) se recogen las expresiones utilizadas por alumnos y alumnas (de 6º hasta 8º) para describir las observaciones que hacen de dos fenómenos bien distintos. Se puede ver que las palabras que utilizan son muy similares y, seguramente, en un contexto cotidiano la mayoría serían suficientes para comunicarnos. Pero en el contexto de la clase de ciencias cada una de las expresiones refleja de alguna manera un punto de vista o modelo sobre el fenómeno.

Así, utilizar el mismo verbo «deshacerse» (u otras) para describir los dos fenómenos es un indicador de la dificultad para diferenciarlos, para categorizar. En cambio, el uso de verbos como «fundir», en el primer caso, y «disolver», en el segundo, implica una diferenciación entre ambos fenómenos. La utilización de expresiones como «se ha transformado en agua» o «se ha repartido por toda el agua» suponen un cierto modelo explicativo cercano al científico. Enseñar a utilizar las palabras «correctas» no es, por tanto, algo puramente formal traducido a enseñar a utilizar las palabras «fundir» o «disolver»; sino que implica también enseñar a revisar la idea teórica que se tiene sobre qué significa «fundir» y «disolver».

Figura 2

Expresiones utilizadas al describir dos fenómenos diferentes

1. Observación de un trozo de hielo en una bandeja. ¿Qué le pasa al trozo de hielo?

Repuestas:

- Desaparece, ya no está. - Se deshace.
- Se disuelve.
- Se ha desparramado en forma de agua.
- Se ha transformado en agua.
- Se funde.

2. Observación del agua y el azúcar al mezclarlos. ¿Qué le ha pasado al azúcar?

Respuestas:

- Ha desaparecido, ya no está.
- Se ha deshecho.
- Se ha fundido.
- Ha reaccionado.
- Se ha transformado.
- Se ha esparcido.
- Se ha repartido por toda el agua.
- Se ha disuelto.

•Analicemos un segundo ejemplo: Si examinamos lo que se pide al alumnado en los trabajos que se realizan en clase de ciencias, observaremos que los verbos se corresponden con diferentes tipologías de texto: definir, describir un procedimiento, describir una observación, explicar, interpretar, justificar, razonar, argumentar, etc.

Estas órdenes no tienen el mismo significado en el contexto de una clase de ciencias que en otras, ni significa que las formas comunicativas sean comunes, a pesar de que utilizamos el mismo verbo de acción. El texto de la figura 3 reproduce parte de la descripción que hizo una estudiante de magisterio del procedimiento y de las observaciones hechas al calentar el agua.

El texto, extraordinariamente largo (cuatro hojas) es poco apropiado desde el punto de vista de la descripción científica, tanto por el tipo de expresiones utilizadas como por el hecho de que no selecciona las informaciones relevantes en relación a la finalidad del trabajo. En este ejemplo, es significativa la no utilización de esquemas y tablas, herramientas imprescindibles en toda descripción científica.

•Tercer ejemplo. Cuando se pide al alumnado que «explique» unos cambios determinados que puede haber observado directamente o que puede conocer, en cada frase pone de manifiesto un tipo de pensamiento diferente. Si examinamos las respuestas de unos niños y niñas de 6º en relación al porqué del aumento de peso de los árboles con el tiempo (figura 4), podríamos decir que todas son «correctas». Por ejemplo, decir que «un árbol con los años pesa más porque se ha hecho más grande» no es ninguna incoherencia. Pero desde el punto de vista científico es muy poco significativo, ya que se está diciendo lo mismo

que la pregunta pero con otras palabras (tautología). O cuando dice que es «porque tiene más
Figura 3

Descripción del procedimiento y de las observaciones hechas al calentar agua (parcial)

Para realizar nuestra experiencia hay que buscar todos los materiales citados y una vez los tenemos a mano ya podemos empezar a utilizarlos.

Para calentar el agua del grifo y observar qué puede pasar, primero se debería montar el soporte con las diferentes nueces para poder sostener el vaso de precipitados y el termómetro ().

Una vez tengamos todo el material preparado para la experiencia llenaremos con agua del grifo el vaso de precipitados hasta 150 ml, y lo colocaremos encima de la rejilla que se encuentra encima del círculo.

Encendemos el fogón y ()

Desde el momento en que empezó el calentamiento del agua, en cada minuto se fueron sucediendo varios cambios. En el primer minuto, la temperatura subió desde unos 18° C, que era la temperatura inicial, a unos 30° C y empezaron a salir burbujas en el fondo del vaso de precipitados. Hacia los dos minutos ().

(Llenaron cuatro páginas completas con sus observaciones).

hojas» o «porque el tronco es más grueso», está argumentando con los cambios que observa con los sentidos, pero no en relación con las causas.

La tarea del enseñante de ciencias es promover que los chicos y chicas que dan argumentos de este tipo reconozcan que el hecho de explicar, desde el punto de vista científico, implica elaborar otro tipo de argumentos en los que es fundamental el establecimiento de relaciones entre aquello que se observa (aumento de peso, de tamaño, del número de hojas, que conviene regar las plantas, etc.) y aquellos que se imagina que pasa y que puede ser su causa (incorporación de materiales, fabricación del propio alimento).

Así, las palabras son inseparables de las ideas que expresan. Pero el análisis del uso de las palabras no se puede reducir a algo formal, ya que, en el contexto del aprendizaje científico, sólo tiene valor si lo que se dice es significativo, tanto por lo que se refiere a las variables seleccionadas y a las ideas expresadas como a las formas de expresión utilizadas.

Figura 4

Diversidad de explicaciones ante una misma cuestión

Pregunta: Explica por qué un árbol que ahora pesa 250 kg hace 20 años pesaba sólo 1 kg.

Respuestas:

- Porque ha crecido, se ha hecho más grande...
- Porque tiene más ramas, más hojas, el tronco es más grueso_
- Porque han ido pasando los años.
- Porque se alimenta de agua y de sales minerales y crece.
- Porque a partir del agua, las sales minerales y los gases del aire ha fabricado los alimentos necesarios para crecer.

ALGUNAS EXPERIENCIAS Y REFLEXIONES

En el marco del plan de formación permanente institucional para las escuelas de secundaria del Institut Municipal de Educació de Barcelona, hemos tenido la oportunidad de trabajar con profesores y profesoras de las escuelas «Juan de la Cierva» y «J. M. Zafra» que están experimentando el nuevo currículo de la reforma. Este hecho nos ha permitido reflexionar con ellos y ellas sobre muchos de los problemas que se plantean en el aula y, en particular, sobre aquellos que están relacionados con las dificultades del alumnado para hablar, leer y escribir sobre ciencias y matemáticas. El tema también ha sido objeto de discusión y de experimentación entre los componentes del grupo de trabajo Ciencias 12-16 del ICE de la UAB.

En los apartados siguientes exponemos algunos de los problemas que nos hemos ido planteando y/o actividades que se han experimentado.

•Para enseñar y aprender ciencias ¿hay que empezar dando a conocer los significados que los científicos dan a las palabras, o por el significado que estas mismas palabras tienen para los estudiantes?

Tradicionalmente, en las clases de ciencias se empieza dando el vocabulario específico, definiendo los conceptos nuevos o, incluso se empieza a «explicar», sin tener muy en cuenta el significado que otorgan los estudiantes a las palabras, que a menudo son polisémicas.

Por ejemplo, una clase sobre la flor o sobre la célula suele empezar nombrando las distintas partes de ésta a partir de un esquema o de una observación. O al tratar el concepto de fuerza o de masa se empieza definiendo qué es una fuerza o la masa, o ni se define, suponiendo que todos los estudiantes las han conceptualizado con el mismo significado con que las utiliza el enseñante.

Varios autores han manifestado que los significados que los alumnos otorgan a las palabras son muy diferentes de las del enseñante. Por ejemplo, Lloréns (1991) estudió las asociaciones que establecían alumnos de FP en relación con palabras de amplio uso en las clases de ciencias. Así, los alumnos asocian la palabra «masa» a la masa del pan, a un mazo (martillo), a una masa de gente, a Hulk (personaje de una serie de televisión), a una cosa muy grande, a una cosa muy dura, al peso, etc.

En la misma línea, Arca y otros (1991) citan que en una clase de 4º los niños y las niñas produjeron más de 350 frases estructuradas con la palabra «fuerza». Algunas frases eran: «Como sopa a la fuerza», «La fuerza del motor», «Los cereales dan fuerza», «La fuerza de los dientes», «La fuerza del vino», «Fuerza de voluntad para estudiar», «La fuerza de las circunstancias», «Tengo fuerza», «Hago fuerza». De todas ellas sólo la última es «correcta» científicamente.

Como indica Claxton (1984),

Cuando comprendemos alguna cosa, no la añadimos simplemente a nuestro almacén de conocimiento. Se integra en el sistema de todo lo que sabemos y, en consecuencia, cambian las propiedades y potencialidades de todo el sistema, unas veces ligeramente y otras profundamente. Aprender que la ballena es un mamífero cambia lo que sabemos sobre los mamíferos. Aprender que el espacio y el tiempo no son proyecciones separadas, sino diferentes, de una unidad cuadrimensional cambia nuestro concepto global de la física. Y saber que nuestro padre no es nuestro padre nos puede cambiar toda la vida.

Por tanto, parece, tal como dice Ausubel, que para que se produzca un aprendizaje es necesario que la nueva información se relacione de una forma adecuada con la «estructura cognitiva» de cada individuo. Cuando el enseñante utiliza una palabra o expresión determinada, se activan en los estudiantes unos esquemas determinados que relacionan experiencias, sentimientos, ideas y en relación con ellos es como se interpretan muchas de las nuevas informaciones que se dan y muchos de los datos observados. Si enseñantes y estudiantes no comparten el significado de palabras clave es difícil que se pueda avanzar en la construcción del conocimiento.

Pero para compartir este significado no sirve dar la «buena» definición al inicio de una clase. A menudo esta definición está desprovista de contenido para el alumno, y no conecta con ninguna experiencia ni con ninguna otra idea en su cabeza. La nueva definición, en cambio, ha de surgir de los procesos de aprendizaje cuando el alumno puede reconocer en qué medida la nueva manera de entender el concepto o el fenómeno (qué es una ballena, qué es el espacio o el tiempo) modifica sus conceptos anteriores (sobre qué es un mamífero, sobre la física).

Por tanto, más que dar definiciones o prescindir de los referentes del alumnado parece que es necesario que el alumnado aprenda a distinguir entre los diferentes sentidos de las palabras para irse aproximando al que tiene significado científico en el contexto del tema que se estudia. Así, Arca y otros (1991) proponen empezar los temas por escribir frases con la palabra o palabras clave y a continuación hacer colectivamente toda una labor de clasificación de los sentidos que tienen las palabras, de identificación de criterios para seleccionarlos, de crítica, etc.

Por ejemplo, entre otros casos, hemos trabajado en esta línea, en relación con los usos de la palabra «energía». Los alumnos empiezan escribiendo frases con esta palabra y ejemplos de tipos de energía que conocen. Se clasifican según los sentidos y por tipos y se discuten los criterios de cada clasificación. Después de este trabajo, cada alumno concreta su punto de vista inicial, elabora sus propias definiciones y las ejemplifica. Son respuestas provisionales que a menudo permiten al enseñante entender la «lógica» del alumnado, sus referentes a partir de los que ha de poder evolucionar, pero tienen el valor de facilitar la comunicación de las diferentes conceptualizaciones y que cada uno pueda entender el punto de vista del otro y discutirlo.

Por ejemplo, después de este proceso, un alumno (4º de ESO) escribe: «Energía potencial es la potencia de un organismo necesaria para realizar un trabajo». Y cuando la aplica para explicar el movimiento de un coche de juguete dice: «Un coche que está parado. Se le da cuerda y cada vez va más deprisa; después empieza a ir más lento hasta que para. El coche siempre tiene la misma energía pero con una manifestación diferente». Fijémonos en que este alumno seguramente tiene como referencia del concepto de potencia, la potencia de un coche -«este tiene 16 CV, el otro sólo tiene 8 CV-, y aplica esta visión al concepto de energía potencial.

En cambio otro escribe: «Energía potencial es la que tiene un objeto que no hace ningún trabajo pero que puede hacerlo porque la tiene en potencia». Y al aplicarlo dice: «Cuando el cochecito está parado, pero con la cuerda dada, tiene energía potencial porque si lo sueltan se mueve. Cuando se para ya no tiene energía potencial». En este caso, escoge como referente la expresión «en potencia», lo cual le permite dar un concepto totalmente distinto del concepto de energía potencial

Del contraste entre estos dos puntos de vista (y otros que se manifiestan), favorecido por el docente, puede surgir una motivación por querer saber cuál o cuáles aproximaciones son mejores y por qué y, de esta manera, aprender.

•¿Enseñar a sintetizar es una tarea que hay que hacer en la clase de ciencias?

Una de las actividades que se realizan en estas escuelas es hacer que el alumnado elabore «bases de orientación» en relación a diferentes tareas (Escofet y otros, 1993). Estos instrumentos pretenden favorecer que el alumno sea capaz de anticipar y de planificar las operaciones necesarias para llevar a cabo una tarea determinada.

Al analizar las bases de orientación elaboradas, a menudo se observa que el alumnado tiene dificultades para sintetizar las operaciones. Precisamente esta es una de las diferencias más significativas entre los estudiantes que obtienen buenos resultados y aquellos que tienen más problemas para aprender. Los primeros hacen unas bases de orientación con pocas operaciones, pero significativas, mientras que los segundos descomponen cada operación en muchas suboperaciones. En el primer caso, la planificación que hacen es muy económica, es decir, el alumno ha de recordar (o leer) pocas cosas para resolver la tarea, mientras que en el segundo caso los pasos que debe recordar son tantos que no es capaz de releerlos sin perderse, ni mucho menos recordarlos.

Por este motivo consideramos interesante dedicar tiempo de las clases de ciencias y de matemáticas a que el alumnado aprendiera a sintetizar diferentes operaciones en una sola expresión, o a reescribir frases muy largas de manera más simplificada (y, a la vez, más precisa).

Las figuras 5 y 6 describen dos ejemplos de partes de bases de orientación iniciales de unos alumnos. En la primera, el alumnado debía escribir todo lo que era necesario hacer para calcular la densidad de diferentes materiales (sólidos -regulares e irregulares- y líquidos). Se pueden observar las diferencias entre lo que escriben dos alumnos para explicar lo mismo.

En la segunda (figura 6) había que escribir cómo se puede dibujar una bisectriz. Se recoge parte de la base de orientación inicial que escribió el alumno y cuál fue su redacción final después de discutirlo en el aula.

Figura 5

Comparación entre las bases de orientación (partes) de dos estudiantes

Medir el volumen de un sólido irregular.

- Alumno I:
- Cojo una probeta.
- Pongo el agua en la probeta hasta el límite que se quiera.
- Miro a qué nivel llega el agua.
- Leo cuantos cm^3 son.
- Echo el sólido dentro de la probeta.
- Vuelvo a mirar a qué nivel llega.
- Resto los cm^3 de ahora de los cm^3 de antes.
- El resultado es el volumen del sólido.

(total, 9 operaciones)

- Alumno 2:
 - Mido el volumen de una determinada cantidad de agua con una probeta.
 - Añado el sólido y vuelvo a medir el volumen.
 - Del segundo valor obtenido, resto el primero y obtengo el volumen del sólido.
- (total, 3 operaciones)

Figura 6

Comparación entre las bases de orientación (parte) inicial y final de un estudiante.

Dibujar una bisectriz:

- Cojo el compás.
- Abro el compás.
- Pincho el compás en el vértice del ángulo.
- Giro la otra parte del compás y hago un arco.

Redacción final en la que sintetiza estas cuatro operaciones en una sola:

- Dibujo un arco con centro en el vértice del ángulo.

• ¿Cómo se puede ayudar al alumnado a reconocer que si no utiliza las palabras con precisión es difícil que nos podamos entender y comunicar?

En general, los estudiantes (¡y muchos enseñantes!) no son conscientes de que no utilizan las palabras con precisión y de que si no lo hacen es difícil poder comunicarse. Suelen creer que la otra persona ya les entiende y no se esfuerzan en mejorar ni la construcción de las frases ni la selección de los términos que utilizan. Pensamos que este esfuerzo sólo conviene hacerlo en las clases de lengua, pero que en las demás no es importante.

Este hecho se pone de manifiesto claramente en el estudio de un crédito de geometría (Escofet y otros, 1991). En la primera actividad (figura 7), el alumnado debía escribir frases utilizando diferentes palabras. Los resultados fueron muy pobres (¡eran alumnos de 4º de ESO!), ya que confundían vertical y perpendicularmente, encima y medio, delante y debajo, etc. y no eran capaces de redactar frases con más de dos palabras de las indicadas. Al comentar con ellos los resultados, manifestaron que no se habían esforzado en escribir, pero que ellos ya sabían cómo debían hacerlo.

Sin embargo, la profesora creía que la dificultad era real, pero que los estudiantes no eran conscientes y, por tanto, no se esforzaban en superarla. Por tanto les retó a hacer un nuevo trabajo. Cada alumno debía seleccionar un objeto de un parque que había al lado de la escuela y escribir un mensaje que sólo incluyera las palabras indicadas y que permitiera a un compañero identificar el objeto escogido. Los resultados de la actividad pusieron de manifiesto que la mayoría de mensajes estaban mal redactados y que era imposible localizar el objeto, lo cual permitió poder volver a discutir sobre la necesidad de aprender a hablar y a escribir de manera precisa en las clases de ciencias y de matemáticas.

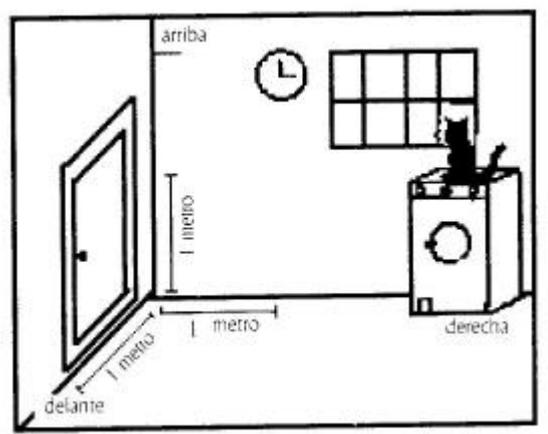
No obstante, algunos alumnos todavía no supieron valorar la necesidad de hacer el esfuerzo. Reconocer la importancia del lenguaje en las clases de ciencias requiere del

alumnado (¡y del profesorado!) un cambio conceptual y actitudinal muy importante, que nunca es consecuencia de una sola actividad. Hace falta tiempo y continuidad en un estilo de trabajo bien diferente de aquel al que están acostumbrados los estudiantes.

Figura 7

Ejercicio para diagnosticar cómo utiliza el alumnado los términos geométricos

Observa este dibujo:



a) Escribe tres frases sobre cosas que se pueden ver en este dibujo, de manera que en cada frase haya dos o tres palabras de la siguiente lista:

arriba, abajo, delante, derecha, izquierda, sobre, debajo, cerca, lejos, al lado, encima, de arriba a abajo, de izquierda a derecha.

b) Escribe dos frases relativas a algún aspecto que refleje el dibujo utilizando algunas de las palabras siguientes:

horizontal, vertical, ángulo, perpendicular, paralela, plano, recta.

•El profesorado de ciencias da mucha importancia a la precisión en el uso de los sustantivos y muy poca al uso de los verbos y de los conectores. ¿Es necesario cambiar esta valoración?

Se suele aprender muy pronto, en el contexto de la clase de ciencias, que los objetos, los seres vivos, sus partes, los fenómenos, etc. tienen unos nombres que los identifican de forma precisa. Así, podemos distinguir entre metales, entre los diferentes animales, entre las partes de una planta, etc. El alumnado aprende estos nombres con relativa facilidad, a pesar de que, en algunos momentos, los puede confundir y/o olvidar. Una confusión o un olvido del nombre no implica necesariamente desconocimiento del concepto o fenómeno.

Este tipo de aprendizaje está tan arraigado que a menudo los alumnos y alumnas consideran que aprenden ciencias cuando aprenden palabras nuevas para nombrar las cosas. En cambio, pocas veces consideran que han aprendido ciencias cuando son capaces de explicar un fenómeno de manera diferente pero sin utilizar palabras antes desconocidas.

También cuesta mucho aceptar que los verbos son una parte importante de la frase y a través de ellos se expresan una buena parte de las ideas alternativas. En general, ni enseñantes ni estudiantes ponen atención en el verbo que usan, ni reconocen la necesidad de ser precisos en su uso. Por ejemplo, para explicar por qué una mezcla de agua y azúcar es dulce, una buena parte del alumnado de 8º de EGB da explicaciones del tipo: «Porque el azúcar ha pasado el sabor dulce que tiene al agua», «Porque el agua ha tomado el sabor dulce del azúcar», «Porque el azúcar tiene una sustancia que da el sabor dulce al agua». En cambio, otros dicen: «Porque el azúcar se ha repartido por toda el agua», «Porque hay agua y azúcar por todas partes». Unos estudiantes y otros se pueden confundir al caracterizar el agua o el azúcar, en el uso de las palabras como elemento, compuesto, sustancia, etc., pero sus dibujos son consecuentes con el verbo utilizado y no con el nombre con que han definido la sustancia (Sanmartí, 1990).

De la misma manera, el uso abusivo del verbo tener en expresiones como: «*Tengo fuerza*», «*Tengo calor*», «*Tiene color azul*», «*¡Qué olor tiene este perfume!*», «*Este hierro tiene óxido*» llevan a conceptualizar modelos sustancializadores de los conceptos de fuerza o de calor y de propiedades como el color o el sabor, o que el óxido es algo que se mezcla con el hierro.

Sucede lo mismo cuando los alumnos hablan de la digestión y utilizan expresiones como «triturar los alimentos», «hacer con ellos una pasta», «distribuirlos», «separar las cosas buenas de las malas», «absorber los alimentos», «transformarlos», etc. Cada verbo expresa una manera diferente de entender el concepto.

Otro ejemplo de la importancia de los verbos lo reconocemos cuando podemos constatar la relación entre la forma verbal y las ideas expresadas. Por ejemplo, es radicalmente diferente decir «Las hojas del pino son delgadas porque se *adaptan* al medio» que «Las hojas de pino son delgadas porque *están adaptadas* al medio».

De las observaciones hechas en las aulas parece que es muy difícil para el alumnado cambiar los verbos que utiliza ya que no se reduce sólo a aprender un vocabulario nuevo, sino que implica cambiar las propias concepciones sobre el fenómeno estudiado, cambiar las maneras de pensar.

Igualmente, en las clases de ciencias se acostumbra a incidir poco en el aprendizaje del uso de los conectores. Y éstos también son muy importantes a la hora de expresar el conocimiento científico.

Así, por ejemplo, se puede constatar el uso abusivo, en las descripciones, de los «entonces..., entonces..., entonces...» que refuerzan el pensamiento lineal, lo cual dificulta el acceso a un tipo de pensamiento multicausal, complejo. Los fenómenos no son tan simples, las cosas no pasan una tras de otra sino que, en una observación, inciden a la vez una variedad de factores que a menudo se interrelacionan entre sí.

Paralelamente, se puede reconocer que el alumnado hace poco uso de los condicionales y no construye frases del tipo «si..., entonces...» tan características del pensamiento hipotético. A muchos estudiantes, especialmente los que tienen más dificultades en el aprendizaje, les es difícil utilizar el «si» condicional en el contexto científico.

También se hace mal uso de los conectores indicadores de la causalidad como los «es a causa de...», «porque...», etc. Por ejemplo, frases como «el agua, al congelarse, aumentó el

volumen porque tiene una densidad anómala» son incorrectas desde el punto de vista científico, ya que el antecedente y el consecuente están cambiados. Habría que decir: «El agua tiene una densidad anómala porque, al congelarse, aumenta su volumen». Este tipo de construcciones, tan habituales en el alumnado, reflejan un pensamiento determinista según el cual las cosas pasan porque está predeterminado que pasen.

Los enseñantes de ciencias pocas veces somos conscientes de la relación entre las palabras que utilizamos y las concepciones que se tienen. Y que el cambio en las formas de pensar implica un cambio en las formas de hablar y viceversa, el cambio en las formas de hablar implica un cambio en las formas de pensar.

Los anteriores ejemplos sólo son una pequeña muestra de los muchos que se podrían citar para ilustrar hasta qué punto la reflexión sobre cómo se puede enseñar ciencias coincide con la de cómo se puede enseñar a hablar y a escribir sobre ciencias. Al mismo tiempo, quieren manifestar la necesidad de planificar esta enseñanza de manera específica, porque no se puede suponer que si un alumno aprende «lengua» en la clase de lengua ya tiene resueltos los problemas que le conllevan leer, hablar y escribir sobre ciencias.

Referencias bibliográficas

ARCA, M.; GUIDONI, P.; MAZZONI, P. (1990): *Enseñar Ciencia*. Barcelona: Paidós/Rosa Sensat.

CLAXTON, G. (1984): *Vivir y aprender*. Madrid: Alianza (Psicología).

EDWARDS, D. (1992): Discurso y aprendizaje en el aula, en Roders, C; Kumick, P.: *Psicología social de la escuela primaria*. Barcelona: Paidós.

ESCOFET, N.; JORBA, J.; SANMARTI, N.(1993): *L'atenció a la diversitat a través de l'avaluació formadora dels alumnes*. Barcelona: Ayuntamiento de Barcelona. Área de Educación (documento interno).

ESCOFET, N.; JORBA, J.; SANMARTI, N. (1993): «Les bases d'orientació: Instruments per a la regulació continua dels aprenentatges a ciències experimentals», en Guix. *Elements d'Acció Educativa*, nº 185, pp.41-46.

IZQUIEDO, M. (en prensa): Lavoisier: «Innovacions en el llenguatge per a la reforma de l'ensenyament.» *Actas de las Jornadas de Estudio sobre Lavoisier*. Barcelona.

LLORENS, J. A (1991): *Comenzando a aprender Química*. Madrid: Visor (Aprendizaje).

SANMARTI, N. (1989): *Dificultats en la comprensió de la diferenciació entre els conceptes de mescla i compost*. Tesis doctoral. Bellaterra (Barcelona): Servicio de Publicaciones de la UAB.

VESLIN, O.; VESLIN, J. (1992): *Corriger des copies*. Paris: Hachette (Education).

Dirección de contacto

Neus Sanmartí. Departamento de Didáctica de la Lengua y las Ciencias Experimentales. Facultad de Pedagogía. UAB. Edificio G. Campus de Bellaterra. 08193 Bellaterra (Barcelona). Tel.: 93/ 581 26 42.